

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Отделение промышленных технологий

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема работы				
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ КОЖУХА ЭЛЕКТРОДА ФЕРРОСПЛАВНОЙ ПЕЧИ 61				
УДК <u>621.757:621.791:621.3.03-213:669.168</u>				

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А41	Кауцман А. П.		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Кузнецов М. А.	К.т.н.		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОПТ	Крюков А. В.	К.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В. Г.	К.т.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. руководителя ОТБ	Солодский С. А.	К.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И.о. руководителя	Кузнецов М. А.	К.т.н.		
ОПТ				

Юрга – 2019 г.

Планируемые результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P1	Демонстрировать базовые естественнонаучные, математические знания, знания в области экономических и гуманитарных наук, а также понимание научных принципов, лежащих в основе профессиональной деятельности
P2	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P3	Применять базовые и специальные знания в области современных информационных технологий для решения задач хранения и переработки информации, коммуникативных задач и задач автоматизации инженерной деятельности
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации инженерной деятельности
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения, металлоконструкций и узлов для нефтегазодобывающей отрасли, горного машиностроения и топливно-энергетического комплекса, а также опасных технических объектов и устройств, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов и деталей.
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P10	Проводить эксперименты и испытания по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий, в том числе с использованием способов неразрушающего контроля

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
P11	Проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения, иных металлоконструкций и узлов.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности, производительности и безопасности.
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

Студент гр. 3-10А41

Кауцман А. П.

Руководитель ВКР

Кузнецов М. А.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Отделение промышленных технологий

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. руководителя ОПТ

М.А. Кузнецов

(Подпись)

(Дата)

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Дипломной проект

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-10А41	Кауцман Алексею Петровичу

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки – сварки кожуха электрода ферросплавной печи 61

Утверждена приказом проректора-директора (директора) (дата, номер)

13.01.2019 г. № 9/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</p>	<p style="text-align: center;">Материалы преддипломной практики</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Обзор литературы. 2. Объект и методы исследования. 3. Результаты проведенного исследования. 4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение. 5. Социальная ответственность.

Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	1. ФЮРА.6М.12.10.154.00.000 СБ Секция кожуха электрода 1 лист (А1). 2. ФЮРА.000001.154.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное (А1, А2). 3. ФЮРА.000002.154 ЛП Директивный техпроцесс 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000001.154 ЛП План участка 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000005.154 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000003.154 ЛП Вентиляция общеобменная 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000004.154 ЛП Экономическая часть 1 лист (А1). 8. Технологическая схема сборки и сварки изделия
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Кузнецов М. А.
Социальная ответственность	Солодский С. А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Лизунков Д. Г.

Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику

--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Кузнецов М. А.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А41	Кауцман А. П.		

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



Институт Юргинский технологический институт

Направление подготовки (специальность) 150202 «Оборудование и технология сварочного производства»

Отделение промышленных технологий

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2018 – 2019 учебного года)

Форма представления работы:

Дипломный проект

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН
 выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	20.05.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
17.01.2019	Обзор литературы	20
17.02.2019	Объекты и методы исследования	20
17.03.2019	Расчеты и аналитика	20
17.04.2019	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
20.05.2019	Социальная ответственность	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Кузнецов М. А.	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

И. о. руководителя	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ОПТ	Кузнецов М.А.	К.Т.Н.		

Юрга – 2019 г.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-10A41	Кауцман А. П.

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР) / научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	...
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	...
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений	...

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Краткое описание исходных технико-экономических характеристик объекта ИР / НИ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР / НИ; составление бюджета ИР / НИ; краткое описание основных рисков проекта
3. Обоснование необходимых инвестиций для разработки и внедрения ИР / НИ; расчет вложений в основные и оборотные фонды
4. Планирование показателей по труду и заработной плате (расчет штатного расписания, производительности труда, фонда заработной платы)
5. Проектирование себестоимости продукции; обоснование цены на продукцию
6. Расчет прибыли, технико-экономическое обоснование и экономическая оценка проекта
7. Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР / НИ

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)
--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЦТ	Лизунков В. Г.	-		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A41	Кауцман А. П.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
З-10А41	Кауцман Алексею Петровичу

Институт	Юргинский технологический институт	Отделение	Промышленных технологий
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание технологического процесса, проектирование оснастки и участка сборки-сварки секции кожуха электрода пути на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<ul style="list-style-type: none"> - вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения); - опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы); - негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу); - чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера).
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – <i>физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой;</i> – <i>действие фактора на организм человека;</i> – <i>приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</i> – <i>предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства)</i> 	<p>Действие выявленных вредных факторов на организм человека. Допустимые нормы (согласно нормативно-технической документации). Разработка коллективных и рекомендации по использованию индивидуальных средств защиты.</p>
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	<p>Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>

3. Охрана окружающей среды: – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.	Вредные выбросы в атмосферу.
4. Защита в чрезвычайных ситуациях: – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий	Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.
5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	Лист-плакат Система вентиляции участка

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
И. о. руководителя ОТБ	Солодский С. А.	К.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А41	Кауцман А. П.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 101 с., 2 рисунка, 19 таблиц, 19 источников, 3 приложения, 9 л. графического материала.

Ключевые слова: сварка плавлением, технология, режимы сварки, сила сварочного тока, сварочное оборудование, производительность, план участка, приспособление, промышленная безопасность, себестоимость.

Актуальность работы: в данной выпускной квалификационной работе производится проектирование оснастки и участка сборки-сварки кожуха электрода ферросплавной печи 61.

Объектом исследования является процесс изготовления кожуха электрода ферросплавной печи 61.

Цели и задачи исследования (работы). В результате данной работы следует получить производство с наибольшей степенью.

Цели и задачи исследования (работы). В результате данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации повышающей производительность труда.

В процессе работы рассчитаны режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции. Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгоде предлагаемого технологического процесса.

ВКР выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 16.0
КОМПАС–3D V10 и представлена на диске (в конверте на обороте обложки).

Abstract

Final qualifying work 101 p., 2 figures, 19 tables, 19 sources, 3 annexes, 9 l. graphic material.

Keywords: fusion welding technology, welding conditions, the welding current, welding equipment, performance, site plan, device, industrial safety, the cost price.

Relevance of the work: in the final qualifying work is done tooling design and site assembly welding electrode housing section.

The object of research is the process of making the section of the electrode housing.

The goals and objectives of the study (work). As a result of this work should get production with the highest degree of mechanisation and automation improves productivity.

In the course of work calculated modes Sarki, picked up welding equipment, are normalized Assembly-welding operations. Calculated economic effect from the innovation that allows to judge about the profitability of the proposed process.

The WRC implemented a text editor Microsoft Word 16.0 and KOMPAS-3D V10 and is represented on the disk (in an envelope on the back cover).

Оглавление

Введение	13
1 Обзор литературы	15
1.1 Особенности зажигания и горения дуги на малых токах при сварке в углекислом газе	15
1.2 Перенос электродного металла при сварке с импульсной подачей сварочной проволоки	15
1.3 Способ комбинированного управления процессом переноса электродного металла при механизированной дуговой сварке	16
1.4 Заключение	16
2 Объект и методы исследования	18
2.1 Формулировка проектной задачи	18
2.2 Теоретический анализ	18
3 Результаты проведенного исследования	20
3.1 Инженерный расчёт	20
3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов	20
3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки	25
3.2 Технологический раздел	30
3.2.1 Технологический анализ выбранного производства	30
3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции	31
3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального	33
3.2.4 Нормирование операций	34
3.2.5 Выбор технологического оборудования	37
3.2.6 Контроль технологических операций	40
3.2.7 Разработка технической документации	44
3.3 Конструкторская часть	45

3.3.1	Общая характеристика механического оборудования	45
3.4	Пространственное расположение производственного процесса	46
3.4.1	Состав сборочно-сварочного цеха	46
3.4.2	Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха	48
3.4.3	Расчет основных элементов производства	49
3.4.3.1	Определение требуемого количества оборудования	49
3.4.3.2	Определение состава и численности работающих	50
3.4.4	Планировка заготовительных отделений	52
3.4.5	Планировка сборочно-сварочных отделений и участков	53
3.4.6	Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса	54
3.4.7	Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений	55
4	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	58
4.1	Финансирование проекта и маркетинг	58
4.2	Сравнительный экономический анализ вариантов	58
4.2.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	60
4.2.2	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	61
4.2.3	Определение затрат на основные материалы	62
4.2.4	Определение затрат на вспомогательные материалы	63
4.2.5	Определение затрат на заработную плату	63
4.2.6	Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих	64
4.2.7	Заработная плата административно-управленческого персонала	65
4.2.8	Определение затрат на силовую электроэнергию	66
4.2.9	Определение затрат на сжатый воздух	66
4.2.10	Определение затрат на амортизацию оборудования	67
4.2.11	Определение затрат на амортизацию приспособлений	67

4.2.12	Определение затрат на ремонт оборудования	68
4.2.13	Определение затрат на содержание помещения	69
4.3	Расчет технико-экономической эффективности	69
4.4	Основные технико-экономические показатели участка	71
5	Социальная ответственность	73
5.1	Описание рабочего места	73
5.2.	Законодательные и нормативные документы	74
5.3	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	76
5.3.1	Обеспечение требуемого освещения на участке	80
5.4	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	80
5.4.1	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	83
5.5	Охрана окружающей среды	83
5.6	Защита в чрезвычайных ситуациях	84
5.7	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	84
	Заключение	86
	Список использованных источников	87
	Приложение А. (Спецификация Секция кожуха электрода)	89
	Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	90
	Приложение В (Технологический процесс)	91
	Диск CD-R	В конверте на обложке
	Графический раздел	На отдельных листах
	ФЮРА.6М.12.10.154.00.000 СБ Секция кожуха электрода.	
	Сборочный чертеж	Формат А1
	ФЮРА.000001.154.00.000 СБ Приспособление сборочно- сварочное	Формат А1, А2
	ФЮРА.000002.154 ЛП Директивный техпроцесс	Формат А1

ФЮРА.000003.154 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000004.154 ЛП Карта организации труда на производственном участке. Лист плакат	Формат А1
ФЮРА.000005.154 ЛП Безопасность жизнедеятельности	Формат А1
ФЮРА.000006.154 ЛП Экономическая часть	Формат А1
Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1

Введение

Сварка — это технологический процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их нагревании или пластическом деформировании, или совместном действии того и другого.

Благодаря своей относительной простоте применения, скорости соединения различных материалов сварка находит широкое применение.

Сварка является экономически выгодным, высокопроизводительным технологическим процессом, что обеспечивает ее использование во всех областях машиностроения, строительства, науки и техники. Например, при замене клепаных конструкций на сварные соединения экономия металлов составляет 15–20 %, а при замене литых деталей сварными — около 50 %. Сварка является необходимым технологическим процессом обработки металлов. В настоящее время сваркой соединяют разнородные и однородные материалы: металлы и неметаллы — от нескольких микрон в микросхемах до нескольких метров — в тяжелом машиностроении. Трудно назвать отрасль промышленности, которая обходилась бы без применения сварки. Сваркой соединяют детали космических кораблей, лопасти турбин, корпуса подводных лодок и самолетов, корпуса приборов и выводы микросхем. Детали, соединенные сваркой, имеют прочность, равную прочности основного металла.

Важным преимуществом сварки является возможность при производстве изделия выбирать его наиболее рациональную конструкцию и форму. Сварка позволяет экономно использовать металлы и значительно уменьшить отходы производства. Например, при замене клепаных конструкций сварными экономия материалов в среднем составляет 15...20%, а при замене литых — около 50%. Трудоемкость сварочных работ меньше, чем при клепке и литье. Исключаются такие работы, как разметка, Сверловка отверстий, сложная формовка и др. Особенно ощутимо снижение трудоемкости при изготовлении

крупногабаритных изделий: при замене литых корпусов и станин сварно-литыми, а штампованных изделий сложной формы — штампо-сварными, что, в свою очередь, снижает их себестоимость.

Сварные соединения по прочности, как правило, не уступают прочности того металла, из которого сделаны изделия. Сварные конструкции хорошо работают при знакопеременных и динамических нагрузках, при высоких температурах и давлениях.

Особо следует подчеркнуть, что условия труда при сварке с точки зрения как гигиены, так и безопасности значительно лучше, чем при клепке и особенно при литье.

В данной выпускной квалификационной работе производится проектирование участка сборки и сварки секции кожуха электрода. В результате проведения данной работы следует получить производство с наибольшей степенью механизации и автоматизации, повышающей производительность труда, качество сварного изделия, улучшение условий труда.

В современных условиях сварочного производства первостепенное значение имеет повышение производительности труда и снижение себестоимости изделия. Это обеспечивает качественно лучшее использование рабочей силы в процессе производства и повышение конкурентоспособности изделия на потребительском рынке, что является основной задачей в современной экономической политике России.

1 Обзор литературы

1.1 Особенности зажигания и горения дуги на малых токах при сварке в углекислом газе

При механизированной сварке в защитных газах проволоками диаметром 0,8-2,5 мм зажигание дуги происходит после нескольких соприкосновений электрода с изделием. Это ухудшает качество начальных участков швов, приводит к значительному увеличению вспомогательного времени, сварочных материалов и электроэнергии.

Согласно ГОСТ 2561-83, допускается возбуждение дуги после трех соприкосновений электрода с изделием. У сварочных выпрямителей ВДУ число коротких замыканий при зажигании дуги 1-4, а у однофазных 2-5. В отечественных и зарубежных источниках питания для улучшения зажигания дуги применяют "горячий старт", изменение скорости подачи электродной проволоки, а также их комбинации. Способ бесконтактного зажигания дуги имеет недостатки: диаметр застывшей капли на конце вылета электродной проволоки не должен превышать полутора-двух диаметров электрода, надежность зажигания зависит от угла подхода электрода к поверхности изделия, с увеличением диаметра проволоки и скорости ее подачи зажигание ухудшается [1].

1.2 Перенос электродного металла при сварке с импульсной подачей сварочной проволоки

Разбрызгивание непосредственно связано с переносом электродного металла — важным этапом получения качественного сварного соединения при сварке плавящимся электродом в CO_2 . Известно, что разбрызгивание связано с величиной капель электродного металла, переносимых сварочную ванну, следовательно, для уменьшения разбрызгивания при сварке в активных газах

необходимо снижать их объем. Существуют различные способы его снижения, и в частности управляемый перенос электродного металла. Последний можно разделить на способы технологические и энергетические, одним из которых является сварка с импульсной подачей сварочной проволоки. При данном способе сварки управление величиной капель электродного металла осуществляется путем изменения шага подачи сварочной проволоки [2].

1.3 Способ комбинированного управления процессом переноса электродного металла при механизированной дуговой сварке

Совершенствование процессов механизированной дуговой сварки плавящимся электродом — актуальная задача, направленная на снижение потерь электродного металла, улучшение формы сварного соединения, повышение качества металла шва и ОШЗ, включая их служебные характеристики (механические свойства, плотность металла шва и др.). В последнее время все большее значение приобретают экономические аспекты данной проблемы.

К наиболее перспективным способам, обеспечивающим управление переносом электродного металла, а, следовательно, регулирование тепломассопереноса со снижением потерь электродного металла и влиянием на формирование сварного соединения, относятся основанные на применении источников сварочного тока с определенными алгоритмами управления (импульсных, с реализацией STT — технологии и др.), а также с импульсными алгоритмами подачи электродной проволоки [3].

1.4 Заключение

Удобство зажигания сварочной дуги находится в прямой зависимости от диаметра электродной проволоки. Снижение размеров капель расплавленного металла электродной проволоки, снижает разбрызгивание. Управление переносом электродного металла позволяет снизить его потери при выполнении

сварки. Сварка в защитных газах характеризуется экономичностью, качеством выполненного шва, удобным управлением режимами сварки, поэтому выбирается автоматическая сварка в защитном газе (CO₂).

2 Объект и методы исследования

2.1 Формулировка проектной задачи

Целью выпускной квалификационной работы является сопоставление достигнутого выпускниками уровня гуманитарной, социально-экономической, естественнонаучной, общепрофессиональной и специальной подготовки с требованиями Государственного стандарта высшего профессионального образования по специальности 150202 «Оборудование и технология сварочного производства».

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы необходимо разработать участок сборки и сварки секции кожуха электрода. При этом произвести выбор наиболее эффективного метода сварки и сварочных материалов, расчёт режимов сварки и выбор необходимого сварочного оборудования, техническое нормирование операций, определить потребный состав всех необходимых элементов производства, произвести расчёт и конструирование оснастки, планировку участка сборки и сварки.

Помимо этого, разрабатываются эргономические и экономические мероприятия, которые совместно с технологической частью должны обеспечивать возможность создания наиболее современного и передового по техническому уровню и высокоэффективного сборочно-сварочного участка по выпуску продукции, при ее себестоимости, обуславливающей рентабельность производства и кратчайшие сроки окупаемости капитальных затрат, а также соблюдение других необходимых требований.

2.2 Теоретический анализ

В результате теоретического анализа существующего технологического процесса сборки и сварки секции кожуха электрода были выявлены существующие недостатки. Для устранения этих недостатков предлагается

произвести следующие изменения в технологическом процессе:

- сократить время производственного цикла за счет внедрения приспособления, что даст возможность уменьшить время, затрачиваемое на сборку;
- заменить ручную дуговую сварку на сварку плавящимся электродом в защитном газе;
- произвести замену оборудования на соответствующее новому технологическому процессу.

В результате внедрения в технологический процесс вышеуказанных изменений значительно улучшаются технические и экономические показатели, снижается себестоимость изделия, что в свою очередь приведет к увеличению конкурентоспособности изделия на рынке производства, сбыта и потребления, а, следовательно, к рентабельности производства данного изделия.

3 Результаты проведенного исследования

3.1 Инженерный расчёт

3.1.1 Выбор способа сварки и сварочных материалов

Изготавливаемое изделие – секция кожуха электрода. В качестве материала деталей секции кожуха электрода используется сталь марки Ст3.

Выбор этой стали обусловлен необходимостью в сочетании надежности конструкции с хорошей технологической свариваемостью Ст3 и небольшой себестоимостью [4].

Химический состав механические свойства Ст3 приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 - Химический состав Ст3 в % [5]

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	As	N
			Не более						
0,14-0,22	0,05-0,15	0,40-0,65	0,05	0,04	0,30	0,3	0,30	0,08	0,01

Таблица 3.2 – Механические свойства Ст3 [5]

σ_b , Н/мм ²	σ_t , Н/мм ²	δ , %	KCU ₄₀ кДж/м ²
370-480	245	26	-

Для Ст3 рекомендуются следующие способы сварки: ручная дуговая, механизированная и автоматическая сварка в CO₂ электродной проволокой диаметром 0,8...2,0 мм; автоматическая дуговая сварка под флюсом электродной проволокой диаметром 1,6...5,0 мм; электрошлаковая сварка проволочными, пластинчатыми и комбинированными электродами [4].

Принимаем сварку плавящимся электродом в защитном газе CO₂ по ГОСТ 8050-76, т. к. существует ряд преимуществ этих способов:

- возможность вести механизированную сварку, а т.к. в изготавливаемом изделии есть сварные швы протяженностью больше двух

метров, то возможность использования автоматической сварки очень важна;

- высокая производительность;
- высокие механические свойства сварных соединений;
- меньшая склонность к образованию горячих трещин;
- меньшая себестоимость сварочных работ.

При сварке в защитном газе электродная проволока является единственным материалом, через который можно в достаточно широких пределах изменять состав и свойства металла шва. Состав металла шва выбирают близким к составу основного металла, при этом необходимые свойства металла получают за счёт сварочной проволоки. Сварку ведут проволокой с повышенным содержанием элементов - раскислителей. Выбираем проволоку Св-08Г2С-О по ГОСТ 2246-70.

Проволока Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 выпускается диаметром от 0,3 до 12 мм. Она поставляется в мотках, упакованных в парафинированную бумагу или полиэтилен. К каждому мотку прикреплена бирка с названием завода-изготовителя, марка, диаметр, ГОСТ. На рабочее место проволока подаётся в кассетах, намотанных на специальных станках. Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав проволоки в % по ГОСТ 2246-70 [6]

Марка проволоки	Химический состав						
	C	Mn	Si	Ni	Cr	S	P
				не более			
Св-08Г2С-О	0,05÷0,11	1,8÷2,1	0,7÷0,95	≤0,025	≤0,02	≤0,025	≤0,03

Таблица 3.4 – Механические свойства металла шва [6]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	КСУ, кДж/см ²	
			20 ⁰ С	-20 ⁰ С
Св-08Г2С-О	540	24	100	60

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем углекислый газ по ГОСТ 8050-85 сварочная [4].

Двуокись углерода – бесцветный, неядовитый, тяжелее воздуха. Он хорошо растворяется в воде. Жидкая углекислота – бесцветная жидкость, плотность которой сильно изменяется с изменением температуры. Вследствие этого поставляется по массе, а не по объёму. При испарении 1 кг углекислоты образуется 509 литров двуокиси углерода.

Двуокись углерода поставляется по ГОСТ 8050-85 трёх сортов. Состав приведён в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Состав CO₂, в % [6]

Содержание	Сорт		
	Высший сорт	1 сорт	2 сорт
CO ₂ (не менее)	99,8	99,5	98,8
CO (не более)	0	0	0,05
Водяных паров при 760мм.рт.ст. и 20° С (не более), г/см ³ .	0,178	0,515	Не проверяют

Основным критерием при выборе материала является свариваемость. При определении понятия свариваемости металлов необходимо исходить из физической сущности процессов сварки и отношения к ним металлов. Процесс сварки – это комплекс нескольких одновременно протекающих процессов, основными из которых являются: процесс теплового воздействия на металл в околошовных зонах, процесс плавления, металлургические процессы, кристаллизация металлов в зоне сплавления. Следовательно, под свариваемостью необходимо понимать отношение металлов к этим основным процессам. Свариваемость металлов рассматривают с технологической и физической точки зрения [7].

Тепловое воздействие на металл в околошовных участках и процесс плавления определяются способом сварки, его режимами. Отношение металла к конкретному способу сварки и режиму принято считать технологической свариваемостью. Физическая свариваемость определяется процессами, протекающими в зоне сплавления свариваемых металлов, в результате которых

образуется неразъёмное сварное соединение.

Физическая свариваемость определяется свойствами соединяемых металлов, их способностью вступать между собой в требуемые физико-химические отношения. Все однородные металлы обладают физической свариваемостью.

Такие особенности сварки, как высокая температура нагрева, малый объём сварочной ванны, специфичность атмосферы над сварочной ванной, а также форма и конструкция свариваемых деталей и т.д. – в ряде случаев обуславливают нежелательные последствия:

- резкое отличие химического состава, механических свойств и структуры металла шва от химического состава, структуры и свойств основного металла;
- изменение структуры и свойств основного металла в зоне термического влияния;
- возникновение в сварных конструкциях значительных напряжений, способствующих в ряде случаев образованию трещин;
- образование в процессе сварки тугоплавких, трудно удаляемых окислов, затрудняющих протекание процесса, загрязняющих металл шва и понижающих его качество;
- образование пористости и газовых раковин в наплавленном металле, нарушающих плотность и прочность сварного соединения и другое.

При различных способах сварки наблюдается заметное окисление компонентов сплавов. В стали, например, выгорает углерод, кремний, марганец, окисляется железо. В связи с этим в определение технологической свариваемости должно входить:

- определение химического состава, структуры и свойств металла шва при том или ином способе сварки;
- оценка структуры и механических свойств околошовной зоны;
- оценка склонности сталей к образованию трещин, которая, однако, является не единственным критерием при определении технологической

свариваемости;

- оценка получаемых при сварке окислов металлов и плотности сварного соединения.

Существующие методы определения технологической свариваемости могут быть разделены на две группы: первая группа – прямые способы, когда свариваемость определяется сваркой образцов той или иной формы; вторая группа – косвенные способы, когда сварочный процесс заменяется другими процессами, характер воздействия которых на металл имитирует влияние сварочного процесса. Первая группа даёт прямой ответ на вопрос о предпочтительности того или иного способа сварки, о трудностях, возникающих при сварке тем или иным способом, о рациональном режиме сварки и т.п. Вторая группа способов, имитирующих сварочные процессы, не может дать прямого ответа на все вопросы, связанные с практическим осуществлением сварки металлов, и они должны рассматриваться только как предварительные лабораторные испытания.

Для классификации по свариваемости стали подразделяются на четыре группы:

- первая группа – хорошо сваривающиеся стали;
- вторая группа – удовлетворительно сваривающиеся стали;
- третья группа – ограниченно сваривающиеся стали;
- четвёртая группа – плохо сваривающиеся стали.

Основные признаки, характеризующие свариваемость сталей, - это склонность к образованию трещин и механические свойства сварного соединения.

Для определения стойкости металла против образования трещин определяют эквивалентное содержание углерода по формуле, которую предложил французский ученый Сефериан [8]:

$$C_{\text{экв}} = C + (Mn/6) + (Si/24) + (Ni/10) + (Cr/5) + (Mo/4) + (V/14), \quad (3.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах.

Если углеродный эквивалент $C_{\text{экв}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для Ст3:

$$C_{\text{экв}} = 0,15 + (0,4/6) + (0,15/24) + (0,3/10) + (0,3/5) = 0,31\%.$$

Сталь Ст3 - углеродистая ГОСТ 1050-74 [5]. Эта сталь относится к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [5]. Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

3.1.2 Металлургические и технологические особенности принятого способа сварки

Состав металла шва при сварке в защитных газах плавящимся электродом определяется составом газа, составом электродного и основного металла, их долями в металле шва и ходом металлургических реакций в сварочной ванне.

Температура сварочной ванны является основным параметром, который определяет направление и интенсивность физико-химических процессов в ней. При высокой температуре дуги происходит реакция диссоциации CO_2 [9]:



С повышением температуры увеличивается количество тепла, вводимого в изделие, что способствует снижению скорости охлаждения. С увеличением содержания кислорода в смеси, время существования ванны в жидком состоянии увеличивается, что способствует более плавному удалению неметаллических включений и дегазации металла сварочной ванны [8].

При сварке в среде CO_2 плавящимся электродом в зоне высоких температур происходит разложение углекислого газа по реакции:



Окисление металла происходит по реакции:



Но в тоже время большая концентрация окиси углерода будет тормозить этот процесс и задерживать окисление углерода стали:



При сварке в CO_2 происходит потеря легирующих элементов. Это приводит к повышенному содержанию кислорода в металле сварочной ванны. В результате возрастает вероятность образования пор из-за выделения оксида углерода в процессе кристаллизации, и снижаются механические свойства металла шва.

Образование пор из-за выделения окиси углерода при сварке углеродистых сталей предотвращается, если металл шва содержит до 0,12 - 0,14% С, не ниже 0,5 - 0,8% Мп. При этом металл шва характеризуется малой склонностью к образованию пор, трещин и достаточно высокими механическими свойствами.

В большинстве случаев при сварке сталей беспористые швы указанного выше состава получают при применении кремне - марганцовистых электродных проволок Св-08Г2С-О, обеспечивающих малую загрязненность металла шва оксидными включениями.

Содержащиеся в проволоке кремний и марганец, обладая большим сродством к кислороду, чем железо, связывают кислород, растворенный в металле:



Окислы кремния и марганца образуют легкоплавкие соединения, которые в виде шлака всплывают на поверхность сварочной ванны. При сварке в углекислом газе количество шлака на поверхности шва составляет примерно

от 1 до 1,5 % массы наплавленного металла [8].

Содержание кремния и марганца в наплавленном металле шва, выполняемого в CO_2 проволокой Св – 08Г2С-О остается на необходимом уровне.

С увеличением выгорания кремния происходит образование горячих трещин, с уменьшением содержания кремния увеличивается количество расплавленного металла и уменьшается количество защитного газа на единицу массы переплавленного металла.

Технология сварки выбирается в зависимости от марки стали и требований, предъявляемых к сварным соединениям. Разработанная технология сварки должна обеспечивать получение достаточной работоспособностью при минимальной трудоемкости.

Конструктивные элементы подготовки кромок, типы сварных швов и их размеры при сварке в CO_2 должны соответствовать ГОСТ 14771-76. Основной металл до сборки в местах сварки должен быть очищен от ржавчины, масла, влаги и других загрязнений.

3.1.3 Расчёт режимов сварки

Расчёт режима дуговой сварки.

Параметры режима дуговой сварки в защитном газе плавящимся электродом следующие [7]:

- диаметр электродной проволоки - $d_{\text{эп}}$;
- скорость сварки $\vartheta_{\text{с}}$;
- сварочный ток – $I_{\text{с}}$;
- напряжение сварки – $U_{\text{с}}$;
- вылет электродной проволоки – $l_{\text{в}}$;
- скорость подачи электродной проволоки - $V_{\text{эп}}$;
- общее количество проходов - $n_{\text{пр}}$;
- расход газа $g_{\text{зг}}$.

Расчёт режимов сварки выполняем по размерам шва (ширине l и глубине проплавления h_p) [7].

Сварка механизированная, выполняется проволокой Св-08Г2С-О, в нижнем положении. Соединение тавровое типа Т1 с катетом 3 мм. показано на рисунке 3.1.

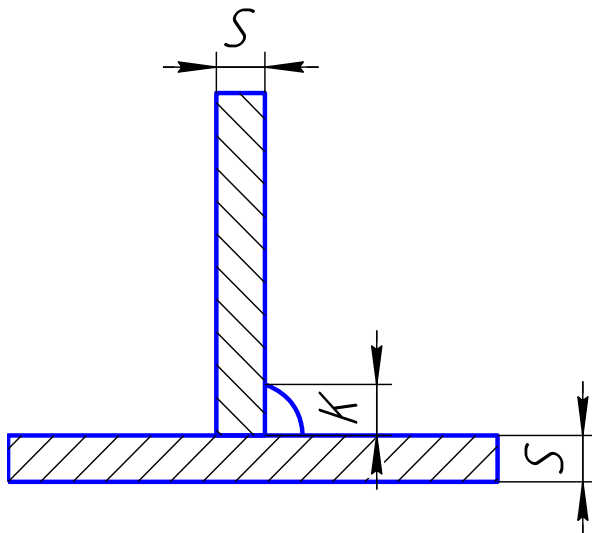


Рисунок 3.1 Соединение Т₁ 3 по ГОСТ 14771 – 76: $S_1=3\text{мм.}$; $S_2=3\text{ мм.}$

S – толщина листа, K –катет

Определяем расчётную глубину проплавления по формуле [7]:

$$h_p = (0,7 \dots 1,1) \cdot K, \quad (3.8)$$

где K – катет шва.

Принимаем $h_p = 0,7 \cdot K$, тогда:

$$h_p = 0,7 \cdot 3 = 2,1 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки $d_{\text{эл}}$ определяем по формуле [7]:

$$d_{\text{эл}} = \sqrt[4]{h_p} \pm 0,05h_p, \quad (3.9)$$

$$d_{\text{эл}} = \sqrt[4]{2,1} \pm 0,05 \cdot 2,1 = 1,1 \dots 1,31 \text{ мм.}$$

Диаметр электродной проволоки принимаем $d_{\text{эл}} = 1,2 \text{ мм.}$

Скорость сварки определяем по формуле [7]:

$$V_c = K_v \cdot \frac{h_p^{1,61}}{e^{3,36}}, \quad (3.10)$$

где K_v – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки,

$$K_v=1060;$$

e – ширина сварного шва, мм.

$$e = \sqrt{2} \cdot K, \quad (3.11)$$

$$e = \sqrt{2} \cdot 3 = 4,2 \text{ мм.}$$

Подставляем значения в формулу (3.10) и получим:

$$V_c = 1060 \cdot \frac{2,1^{1,61}}{5,5^{3,36}} = 11,4 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 41 \frac{\text{м}}{\text{ч}}.$$

Силу сварочного тока определяем по формуле [7]:

$$I_c = K_i \cdot \frac{h_p^{1,32}}{e^{1,07}}, \quad (3.12)$$

где K_i – коэффициент, зависящий от диаметра электродной проволоки, $K_i=460$.

$$I_c = 430 \cdot \frac{2,1^{1,32}}{5,5^{1,07}} = 184,8 \text{ А.}$$

Принимаем $I_c = 185 \text{ А}$.

Зная значение сварочного тока определяем напряжение сварки по формуле:

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot I_c,$$

$$U_c = 14 + 0,05 \cdot 185 = 23 \text{ В.}$$

Вылет электродной проволоки определяем по формуле:

$$L_b = 10 d_{\text{эп}} \pm 2 d_{\text{эп}} = 10 \cdot 1,2 \pm 2 \cdot 1,2 = 9,6 \dots 14,4 \text{ мм.} \quad (3.13)$$

Скорость подачи электродной проволоки определяется по формуле:

$$V_{\text{эп}} = 0,53 \cdot \frac{I_c}{d_{\text{эп}}^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \frac{I_c^2}{d_{\text{эп}}^3}, \quad (3.14)$$

$$V_{\text{эп}} = 0,53 \cdot \frac{185}{1,2^2} + 6,94 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{185^2}{1,2^3} = 82 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 294 \frac{\text{м}}{\text{ч}},$$

Расход защитной смеси рассчитываем по формуле:

$$q^{\text{зг}} = 0,2 I_c^{0,75}, \quad (3.15)$$

$$q^{\text{зг}} = 0,2 \cdot 185^{0,75} = 0,166 \text{ л/с} = 9,9 \text{ л/мин.}$$

Полученные результаты занесем в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Режимы сварки секции кожуха электрода

Тип шва	$d_{\text{эп}}$, мм	V_c , м/ч	I_c , А	U_c , В	I_b , мм	$V_{\text{эп}}$ мм/с	N
H1- ∇ 3	1,2	41	185	23	10-15	82	1
T1- ∇ 3	1,2	41	185	23	10-15	82	1

3.2 Технологический раздел

3.2.1 Технологический анализ выбранного производства

При разработке проекта в производстве изделия большое значение имеет определение целесообразных форм организации производственных процессов выпуска заданной продукции.

В зависимости от числа различных заданных видов изделий и повторяемости их изготовления может быть установлена принадлежность проектируемого цеха к определённому типу производства (единичное, мелкосерийное, крупносерийное, массовое). Однако не редко в одном цехе предусматривают организацию производства разных типов. Строгих границ между различными типами производств не существует.

Краткие характеристики перечисленных видов производств сводятся к следующему.

Единичное и мелкосерийное производство отличается большой и неустойчивой номенклатурой выпускаемых изделий. В производственном процессе применяют универсальное оборудование «переналаживаемую оснастку». Отсутствует закрепление заготовок и деталей за оборудованием. В основном использует общецеховой транспорт.

В серийном производстве номенклатура выпускаемых изделий ограничена и достаточно устойчива. Изготовление изделий производят периодически повторяющимися сериями на специализированных участках. Применяют универсальное оборудование. Характерно применение простой и комбинированной оснастки. Используют общецеховой и напольный транспорт.

В крупносерийном производстве номенклатура выпускаемых изделий весьма ограничена и устойчива. Изделия производят периодически повторяющимися крупными сериями на специализированных участках, механизированных переменного-поточных линиях. Применяют специализированное оборудование, специальные приспособления. Широко используют подвесной и напольный транспорт.

Массовое производство отличается весьма устойчивой номенклатурой выпускаемой продукции, включающей один (редко два или три) тип изделия в большом количестве. Изделия производят с постоянным ритмом потока на комплексно-механизированных и автоматических поточных линиях с применением специализированного межоперационного транспорта.

На основании вышеизложенных характеристик и данных справочной литературы [10], учитывая, что годовая программа выпуска продукции составляет $N = 2900$ штук, а масса секции кожуха электрода равна 215,59 кг, заключаем, что проектируемое сварочное производство относится к типу серийного.

3.2.2 Общая структура процесса изготовления сварной конструкции

Технологический процесс сборки и сварки секции кожуха электрода начинается с подбора деталей, входящих в сборочную единицу, согласно комплектовочной карте.

Изготовление секции кожуха электрода начинается со сборки и сварки обечайки на вальцах (операции 010-030). Затем производится сварка ребер на сварочном столе (операции 035-080). Далее обечайка и ребра перемещается на сварочный кантователь, где производится установка ребер в обечайку по сборочному приспособлению, далее происходит сварка деталей (операция 085-090). Слесарная обработка и контроль осуществляются так же на кантователе (операции 095-100).

Подробно последовательность изготовления секции кожуха электрода

приведена в технологическом процессе (Приложение В).

Сварная конструкция считается технологичной, если она сконпонована из такого количества элементов, с приданием им таких размеров и форм, применением таких видов и марок материалов и оборудования, оснастки и методов организации производства, которые при заданном объёме выпуска и полном выполнении эксплуатационных функций обеспечивают простое и экономичное изготовление конструкций, узлов и деталей, судят, прежде всего, по их себестоимости.

К технологичным изделиям обычно относятся конструкции с самой низкой себестоимостью, а сварные конструкции из большого числа металлоёмких элементов, изготовление которых известными способами и средствами невозможно, либо вызывает затруднение и усложнение технологических операций, повышения трудоёмкости, увеличение производительности цикла и повышение себестоимости относят нетехнологичным.

На стадии проектирования сварных конструкций уровень технологичности должен оцениваться по всей совокупности показателей, охватывающий заготовительную, обрабатывающую и сборочно-сварочную стадии производства.

Перечень показателей технологичности сварных конструкций устанавливается в зависимости от состава и характера факторов, к которым относятся: число и конструктивно-технологическая сложность элементов (заготовок, деталей, узлов), используемых при изготовлении сварной конструкции; уровень унификации, стандартизации и взаимозаменяемости элементов конструкции; степень соответствия размеров и форм готовых деталей; количество обрабатываемых поверхностей; требование к качеству обработки, к точности сборки под сварку; объём трудоёмких подгоночных операций; использование новых материалов.

Оценка технологичности.

Технологичность – совокупность свойств конструкции, определяющих

её приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объёма выпуска и условий выполнения работ [10].

Технологичность конструкции изделия может быть различной для разных типов производства и должна рассматриваться в комплексе с заготовительными операциями.

Для толщин от 3 до 6 мм используются механические способы резки, так как этот метод является наиболее целесообразным.

Использование прессы или гильотинных ножниц позволяет обеспечить достаточно хорошее качество кромок, что позволяет не применять дополнительной механической обработки для обеспечения необходимого качества кромок.

Использование стационарных листов, рациональное расположение деталей и заготовок на поверхности листа обеспечивает достаточно высокий коэффициент использования металла.

Применение сварочной оснастки позволяет до минимума сократить потери рабочего времени на установку и кантовку при сварке. Это позволяет снизить трудоёмкость и длительность производственного процесса.

3.2.3 Сравнительная оценка вариантов технологического процесса изготовления изделия и выбор оптимального

Весь технологический процесс представляет собой последовательность взаимосвязанных операций.

В предлагаемом варианте технологического процесса работы, сопряжённые с нагрузками, выполняются с использованием крана мостового.

Согласно базовому технологическому процессу при изготовлении секции кожуха электрода сварка ведётся ручной дуговой сваркой источником питания (выпрямитель) – ВДМ-1200С.

Заменим сварочное оборудование на отечественный сварочный полуавтомат Форсаж-302 с механизмом подачи проволоки Форсаж-МП5.

Предлагаемый технологический процесс сборки и сварки секции кожуха электрода выполняется механизированной сваркой в среде углекислого газа.

3.2.4 Нормирование операций

Техническое нормирование является основой правильной организации труда и заработной платы, а технические нормы времени - главным критерием при расчете потребного количества и загрузки оборудования и определения числа рабочих.

Норма штучного времени $T_{ш}$, мин. для всех видов дуговой сварки определяется по формуле [11]:

$$T_{ш} = T_{н.ш-к} \cdot L + t_{ви}, \quad (3.16)$$

где $T_{н.ш-к}$ – неполное штучно-калькуляционное время, мин.,

L – длина свариваемого шва по чертежу, мм,

$t_{ви}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования, мин.

Неполное штучно-калькуляционное время определяется по формуле:

$$T_{н.ш-к} = (T_o + t_{в.ш}) \cdot \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100} \right), \quad (3.17)$$

где T_o – основное время сварки, мин;

$t_{в.ш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины свариваемого шва, согласно литературе [11] составляет 0,75 мин;

$a_{обс.}$, $a_{отл.}$, $a_{п-з}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно - заключительную работу, % к оперативному времени.

Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27%, [11].

Основное время для механизированной сварки в смеси газов определяется по формуле:

$$T_o = \frac{F_1 \cdot \gamma \cdot 60}{I_1 \cdot \alpha_n} \cdot \frac{F_n \cdot \gamma \cdot 60}{I_n \cdot \alpha}, \quad (3.18)$$

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм^2 ,

I – сила сварочного тока, A ;

γ – плотность наплавленного металла, г/см^3 ;

α_n – коэффициент наплавки, $\text{г/(A} \cdot \text{ч)}$.

Для примера рассчитаем норму времени механизированной сварки в защитном газе на выполнение шва Н1- \triangle 3 (рисунок 3.2) в операции 025 приварки кромки листа поз. 1.

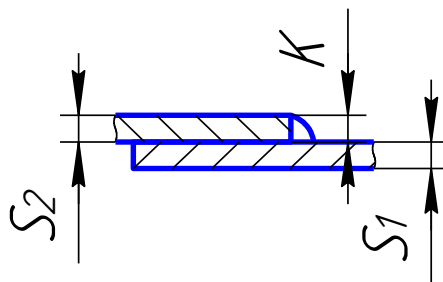


Рисунок 3.2 Соединение Н1- \triangle 3 по ГОСТ 14771 – 76: $S_1=3\text{мм.}$; $S_2=3\text{ мм.}$

Исходные данные:

- марки сталей: Ст3;
- марка электродной проволоки Св-08Г2С-О ГОСТ 2246 – 70 (для предлагаемого варианта);
- сварной шов нахлесточный без разделки;
- шов по ГОСТ 14771-76 – Н1- \triangle 3;
- длина шва 1172 мм;
- положение шва нижнее;
- площадь поперечного сечения наплавленного металла шва

$F = 5,69\text{ мм}^2$;

- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О при механизированной сварке составляет $\alpha_n=15\text{ г/(A} \cdot \text{ч)}$.

Количество проходов – $n = 1$ шт.

Время сварки для шва №1 Н1- \triangle 3 с толщиной стенки 3 мм:

$$T_o = \frac{7 \cdot 7,85 \cdot 60}{185 \cdot 15} = 1,19 \text{ мин.}$$

Отжатие нижних вальцов и бокового фиксатора $t_1 = 0,2$ мин.; масса детали поз. 1 $m_1 = 122,8$ кг; снятие детали поз. 1 кран-балкой $t_2 = 1,2$ мин.

1) $0,1 \cdot 13 = 1,3$ мин,

2) $t_{в.и} = 1,3 + 0,2 + 1,2 = 2,7$ мин,

3) $T_{н.ш-к} = (1,19 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 2,46$ мин.

4) $T_{ш} = 2,46 \cdot 1,172 + 2,7 = 5,58$ мин.

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов изготовления секции кожуха электрода

№ опер.	Базовый техпроцесс		Предлагаемый техпроцесс	
	Наименование операции	$T_{шт}$, мин.	Наименование операции	$T_{шт}$, мин.
1	2	3	4	5
005	Комплектовочная	-	Комплектовочная	-
010	Вальцовка	5,2	Вальцовка	5,2
015	Сварочная	1,7	Сварочная	1,7
020	Вальцовка	0,6	Вальцовка	0,6
025	Сварочная	6,03	Сварочная	5,58
030	Зенковка	—	Зенковка	—
035	Сборочно-сварочная	13,73	Сборочно-сварочная	12,22
040	Сборочно-сварочная	13,73	Сборочно-сварочная	12,22
045	Сборочно-сварочная	13,73	Сборочно-сварочная	12,22
050	Сборочно-сварочная	13,73	Сборочно-сварочная	12,22
055	Сборочно-сварочная	13,73	Сборочно-сварочная	12,22
060	Сборочно-сварочная	13,73	Сборочно-сварочная	12,22

Продолжение таблицы 3.7

1	2	3	4	5
065	Сборочно-сварочная	13,73	Сборочно-сварочная	12,22
070	Сборочно-сварочная	13,73	Сборочно-сварочная	12,22
075	Сборочно-сварочная	13,73	Сборочно-сварочная	12,22
080	Сборочно-сварочная	13,73	Сборочно-сварочная	12,22
085	Сборочно-сварочная	5,13	Сборочно-сварочная	4,68
090	Сборочно-сварочная	97,11	Сборочно-сварочная	84,49
095	Слесарная	27,6	Слесарная	27,6
100	Контроль	26	Контроль	26
Итого		306,68		278,1

3.2.5 Выбор технологического оборудования

Рассчитанные параметры режима позволяют сформулировать требования к оборудованию для сварки данного сварного изделия. Основными критериями для окончательного выбора рациональных типов оборудования должны служить их следующие принципы:

1. Техническая характеристика, наиболее отвечающая всем требованиям принятой технологии;
2. Наибольшая эксплуатационная надежность и относительная простота обслуживания;
3. Наибольший КПД и наименьшее потребление электроэнергии при эксплуатации;
4. Наименьшие габаритные размеры оборудования;
5. Наименьшая масса;
6. Наименьшая сумма первоначальных затрат на приобретение и монтаж оборудования;
7. Минимальный срок окупаемости.

Исходя из соображений технологического, экономического и

эксплуатационного характера было выбрано следующее сварочное оборудование [9]:

Выбираем полуавтомат для дуговой сварки в защитном газе. Сварка ведется в закрытом помещении. Полуавтомат должен обеспечивать сварочный ток 180...190 А; диаметр проволоки 1,2 мм; скорость подачи электродной проволоки 290 м/ч...300 м/ч. Исходя из этих данных выбираем сварочный полуавтомат Форсаж-302 с механизмом подачи проволоки Форсаж-МП5 [12].

Сварочный полуавтомат – Форсаж-МП5 с выпрямителем Форсаж-302 предназначен для:

- полуавтоматической дуговой сварки сплошной плавящейся электродной проволокой диаметром 0,8-1,6 мм металлических конструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей в среде CO_2 и смесях $\text{Ar}+\text{CO}_2$;
- полуавтоматической дуговой сварки и наплавки порошковой проволокой диаметром 1,0-2,2 мм открытой дугой или в среде защитного газа низкоуглеродистых и низколегированных сталей;
- ручной дуговой сварки штучным электродом;
- аргоно-дуговой сварки неплавящимся вольфрамовым электродом с контактным способом поджига дуги и использованием вентильной горелки.

Достоинства механизма подачи проволоки Форсаж-МП5:

- четырехроликовое подающее устройство фирмы «СООРТИМ» (Венгрия);
- плавная регулировка и высокая стабильность скорости подачи сварочной проволоки;
- регулировка длительности подачи газа до и после сварки;
- регулировка времени «растяжки дуги»;
- дистанционное включение сварочного выпрямителя при нажатии кнопки сварочной горелки;
- возможность увеличения длины кабеля управления, соединяющего источник тока и механизм подачи проволоки (до 30 м), с сохранением стабильных параметров сварки;

- возможность применения в стесненных условиях.

Достоинства сварочного инвертора Форсаж-302:

- современная инверторная технология;
- идеальные сварочные свойства;
- установка и контроль по цифровым индикаторам сварочного тока с точностью до 1 А и напряжения с точностью до 0,1 В;
- встроенный блок питания для механизма подачи проволоки с выходным напряжением +24 В;
- возможность питания от автономных электростанций;
- автоматическое отключение при перепадах напряжения сети;
- защита от перегрева, перегрузки или при аварии.

Технические характеристики полуавтомата " Форсаж-302 с механизмом подачи проволоки Форсаж-МП5 приведены в таблице 3.8 [12].

Таблица 3.8 - Технические характеристики полуавтомата " Форсаж-302 с механизмом подачи проволоки Форсаж-МП5 [12]

Наименование параметра	Значение
1	2
Напряжение питания, 50Гц, В	3х380 ± 10%
Номинальный сварочный ток, А,	315
Продолжительность включения, ПВ, при номинальном токе и цикле сварки 10 мин., (%)	60
Диапазон регулирования сварочного тока, А	20-315
Диапазон регулирования рабочего напряжения, В	15-30
Плавное регулирование скорости подачи сварочной проволоки, м /мин:	1,0-15,8
Диаметр сплошной сварочной проволоки, мм	0,8-1,6
Диаметр порошковой сварочной проволоки, мм	1,2-2,2
Регулируемое время в режиме «растяжка дуги», с	0,2-0,5
Регулируемое время продувки газа до сварки, с	0,5-0,8

Продолжение таблицы 3.8

1	2
Регулируемое время продувки газа после сварки, с	0,5-4,0
Мощность двигателя подающего устройства, Вт	65
Род сварочного тока	постоянный
Вид регулирования сварочного напряжения	плавное
Охлаждение	принудительное
Кол-во ведущих роликов, шт.	4
Тип разъема сварочной горелки	евроразъем
Индикация сварочного напряжения, тока (на источнике)	цифровая
Масса проволоки на кассете, кг, не более	5
Диаметр кассеты с проволокой, мм, не более	200
Температура эксплуатации, °С	-10...+40
Габаритные размеры, (ДхШхВ) мм	
- механизм подачи:	460x180x260
- источник питания (выпрямитель)	425x185x355
Масса, кг	
- механизм подачи:	12
- источник питания (выпрямитель)	16

3.2.6 Контроль технологических операций

Обеспечение высокого качества сварочных работ – наиболее важная проблема в области сварки.

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [13].

Дефекты сварных соединений – отклонения от заданных свойств, сплошности и формы шва, свойств и сплошности околошовной зоны, что приводит к нарушению прочности и других эксплуатационных характеристик изделия.

Дефекты бывают наружные, внутренние и сквозные.

Дефекты формы и размеров шва:

- неполномерность швов;
- неравномерность шва;
- несимметричность шва;
- бугристость шва;
- грибовидность;
- боковые выплески металла;
- подрезы шва;
- наплывы;
- прожоги.

Дефекты, нарушающие сплошность сварных соединений:

- непровары;
- трещины;
- поры;
- шлаковые включения.

Дефекты могут быть допустимыми и недопустимыми. Вид и размер допустимых дефектов обычно указывается в технических условиях или стандартах на данный вид изделия.

Проверка качества сварки в готовом изделии производится внешним осмотром и измерением сварного шва. Внешним осмотром выявляют несоответствие шва геометрическим размерам, наплывы, подрезы, глубокие кратеры, прожоги, трещины, непровары, свищи и поры и т.д. [13].

Сварные соединения рассматриваются невооружённым глазом или с помощью лупы при хорошем освещении; обмер швов производят с помощью инструментов и шаблонов - катетометров.

Операционный контроль сварочных работ

Операционный контроль сварочных работ выполняется производственными мастерами службы сварки и контрольными мастерами службы технического контроля (СТК).

Перед началом сварки проверяется:

- наличие у сварщика допуска к выполнению данной работы;
- качество сборки или наличие соответствующей маркировки на собранных элементах, подтверждающих надлежащее качество сборки;
- состояние кромок и прилегающих поверхностей;
- наличие документов, подтверждающих положительные результаты контроля сварочных материалов;
- состояние сварочного оборудования или наличие документа, подтверждающего надлежащее состояние оборудования;
- температура предварительного подогрева свариваемых деталей (если таковой предусмотрен НТД или ПТД).

В процессе сварки проверяется:

- режим сварки;
- последовательность наложения швов;
- размеры накладываемых слоев шва и окончательные размеры шва;
- выполнение специальных требований, предписанных ПТД;
- наличие клейма сварщика на сварном соединении после окончания сварки.

Контроль сварных соединений стальных конструкций

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится:

- внешним осмотром с проверкой геометрических размеров и формы швов в объеме 100%;
- неразрушающими методами (радиографированием или ультразвуковой дефектоскопией) в объеме не менее 0,5% длины швов. Увеличение объема контроля неразрушающими методами или контроль другими методами проводится в случае, если это предусмотрено чертежами КМ или НТД (ПТД).

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01 - 87 (пп. 8.56 - 8.76).

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения $\pm 0,1$ мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять лупу с 5–10-кратным увеличением.

Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций не допускаются и должны быть устранены с последующей заваркой и контролем.

Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых согласно проекту, требуется проверять неразрушающими физическими методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка не менее 100 мм.

В швах сварных соединений конструкций, возводимых или эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже минус 40°C до минус 65°C включительно допускаются внутренние дефекты, эквивалентная площадь которых не превышает половины значений допустимой оценочной площади. При этом наименьшую поисковую площадь необходимо уменьшить в два раза. Расстояние между дефектами должно быть не менее удвоенной длины оценочного участка [13].

Сварные соединения, контролируемые при отрицательной температуре окружающего воздуха, следует просушить нагревом до полного удаления замерзшей воды.

При изготовлении секции кожуха электрода применяется визуально-измерительный контроль сварных швов. Данным способом контролируют исходные детали и готовую продукцию, обнаруживают отклонения формы деталей и изделий, изъяны металла, обработки поверхности и видимые дефекты сварных швов.

Преимущества визуально-измерительного контроля:

- простота контроля;

- несложное оборудование;
- малая трудоемкость.

3.2.7 Разработка технической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [14].

Разработка технологических процессов включает:

- 1) расчленение изделия на сборочные единицы;
- 2) установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
- 3) выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и

инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);
- данные о принятых способах и режимах сварки
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов [11].

3.3 Конструкторская часть

3.3.1 Общая характеристика механического оборудования

Механизация и автоматизация производственного процесса изготовления сварных изделий представляет собой одну из основных задач современного сварочного производства, решение которой значительно повышает производительность труда.

Сборочные операции при изготовлении сварных конструкций имеют целью – обеспечение правильного взаимного расположения деталей собираемого изделия. Наиболее рационально для сборки использовать прижимы.

Специальное сборочное приспособление позволяет улучшить качество сборки. Применение при этом пневматических прижимов значительно сокращает вспомогательное время, особенно если требуется зажать изделие одновременно в нескольких местах.

В связи с тем, что изделие обладает значительной массой для кантовки и перемещения используется кран мостовой грузоподъемностью 10 тонн.

3.3.2 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса являются комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства. Специфическая особенность этого производства - резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30% общего объема сборочно - сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на долю сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования [15].

В данной выпускной квалификационной работе в предлагаемом технологическом процессе используется приспособление сборочно -сварочное (см. ФЮРА.000001.154.00.000 СБ).

3.4 Пространственное расположение производственного процесса

3.4.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства,

необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [10].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения:

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла.

Сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления пороков, нанесения покрытий и отделки продукции;

- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

- административно - конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт [10].

Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и

другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

3.4.2 Выбор типовой схемы компоновки сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха - всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [10].

Для проектируемого участка сборки и сварки секции корпуса электрода принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран – балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

3.4.3 Расчет основных элементов производства

3.4.3.1 Определение требуемого количества оборудования

Необходимое количество оборудования определяется по формуле [10]:

$$C_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot K_{вн}}, \quad (3.24)$$

где N – годовая производственная программа, шт., $N = 2900$ шт.

$T_{шт}$ – трудоемкость определенной операции, мин.;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч,

$F_d = 3754$ ч;

$K_{вн}$ – коэффициент выполнения норм., $K_{вн} = 1,0$.

Определяем необходимое количество вспомогательных приспособлений, оборудования и рабочих и данные расчета сводим в таблицы 3.9, 3.10 и 3.11. Определение количества оборудования осуществляем путем округления расчетного количества оборудования C_p до целого числа в большую сторону.

Коэффициент загрузки оборудования определяем по формуле [10]:

$$K_{зо} = C_p / C_n \cdot 100, \quad (3.25)$$

где C_p – расчетное количество оборудования, шт.;

C_n – принятое количество оборудования, шт.

Таблица 3.9 – Количество вспомогательного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

№ операции	Наименование оборудования	$T_{шт}$, мин	C_p , шт	C_n , шт	$K_{зо}$, %
1	2	3	4	5	6
Базовый технологический процесс					
010-025	Вальцы	13,53	0,174	1	17,4
035-080	Сварочный стол	137,3	1,77	2	88,4
085-100	Кантователь	155,84	2,01	3	66,9

Продолжение таблицы 3.6

1	2	3	4	5	6
Предлагаемый технологический процесс					
010-025	Вальцы	13,08	0,17	1	16,8
035-080	Сварочный стол	122,24	1,57	2	78,7
085-100	Кантователь Приспособление Сборочно-сварочное	142,77	1,84	2	91,9

Таблица 3.10 - Количество сварочного оборудования, необходимого для изготовления изделия и коэффициент его загрузки

Технологический процесс	Т _о , мин	С _р , шт	С _п , шт	К _{зо}
Базовый	190,7	2,46	3	81,3
Предлагаемый	218,58	2,81	3	93,8

В соответствии с количеством рабочих мест принимаем принятого количество сварочного оборудования равным 4 шт. Так как по базовому варианту используется многопостовой выпрямитель, то его достаточно в количестве 1 штуки.

3.4.3.2 Определение состава и численности работающих

Определим необходимое количество основных рабочих. Основными считаются те рабочие, которые заняты выполнением операций технологического процесса по изготовлению продукции. Количество основных рабочих – списочное и явочное определяется по формуле [14]:

$$P_{\text{сп}} = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_{\text{д}} \cdot K_{\text{вн}}}, \quad (3.26)$$

$$P_{\text{яв}} = \frac{N \cdot T_{\text{шт}}}{60 \cdot F_{\text{н}} \cdot K_{\text{вн}}}, \quad (3.27)$$

где N – годовая программа выпуска изделия, шт.; N = 2900 шт.

$T_{шт}$ - трудоемкость технологического процесса, мин.;

F_d – действительный фонд рабочего времени, ч $F_d = 1739$ ч.;

F_n - номинальный фонд рабочего времени, ч; $F_n=1976$ ч.;

$K_{вн}$ - коэффициент выполнения норм, $K_{вн} = 1,0$.

Численность основных рабочих рассчитывается для двухсменного режима работы. Затем полученное число рабочих распределяют по сменам и по операциям технологического процесса в зависимости от загрузки оборудования на этих операциях.

Расчетная величина численности основных рабочих получается дробной, поэтому ее округляют до целого числа в большую сторону и называют принятой P_n .

Численность вспомогательных рабочих рассчитывается в процентах от основных рабочих по формуле [14]:

$$P_{всп} = P_{сп} \cdot \Pi / 100, \quad (3.28)$$

где $P_{сп}$ - принятое списочное число основных рабочих, чел.;

Π – процент вспомогательных рабочих, $\Pi=25\%$.

Численность инженерно-технических работников, служащих и младшего обслуживающего персонала определяем по формуле [14]:

$$P_{итр} = (P_{сп} + P_{всп}) \times \Pi / 100, \quad (3.29)$$

где Π для ИТР – 8%, МОП – 2%, контролеры – 1%.

Результаты расчетов сводим в таблицу 3.11.

Таблица 3.11 – Количество рабочих на участке

Вариант технологического процесса	Базовый	Предлагаемый
1	2	3
Трудоемкость $T_{шт}$, ч.	5,11	4,64
Расчетное/принятое списочное число основных рабочих $P_{сп}$ и P_n , чел.	8,52/9	7,73/8
Расчетное/принятое явочное число основных рабочих $P_{яв}$ и P_n , чел.	7,5/8	6,8/7

Продолжение таблицы 3.11

1	2	3
Расчетное/принятое число вспомогательных рабочих $P_{яв}$ и $P_{п}$, чел.	2,25/3	2/2
Расчетная/принятая численность ИТР, чел.	0,96/1	0,8/1
Расчетная/принятая численность МОП, чел.	0,24/1	0,2/1
Расчетная/принятая численность контролеров, чел.	0,21/1	0,1/1

Определяем коэффициент сменности по формуле [10]:

$$k_p = P_{яв} / P_{яв1}, \quad (3.30)$$

где k_p - коэффициент сменности,

$P_{яв1}$ - число рабочих в первую смену, чел.

Для базового технологического процесса:

$$k_p = 8/5 = 1,6.$$

Для предлагаемого технологического процесса:

$$k_p = 7/4 = 1,75.$$

3.4.4 Планировка заготовительных отделений

Заготовительные отделения сборочно-сварочного цеха обычно располагают в продольных пролетах. При этом они либо служат продолжением продольных пролетов сборочно-сварочных отделений, либо располагаются параллельно этим пролетам.

Заготовительные отделения для данной компоновки, когда пролеты сборочно-сварочного и заготовительного отделений составляют продолжения один другого, планируют в следующем порядке:

- из общего количества различных сортов металла, подлежащего обработке в заготовительном отделении, выделяют группы сходных сортаментов, поддающихся обработке на одинаковых группах станков;
- общее количество станков различных типоразмеров подразделяют на количество групп, равное установленному выше количеству групп подлежащих

обработке сортаментов металла;

- количество групп станочного оборудования, полученное на основе описанных выше данных, размещают в пролетах заготовительного отделения, число которых равно установленному ранее числу пролетов сборочно-сварочного отделения [10].

Если при планировке заготовительного отделения требуемое число пролетов последнего получается меньше установленного количества пролетов для сборочно-сварочного отделения, площадь, остающаяся в пролетах, не занятых заготовительным отделением, используют для размещения различных вспомогательных производств и помещений (мастерских – инструментальной, ремонтной) [10].

3.4.5 Планировка сборочно-сварочных отделений и участков

При разработке плана отделений узловой и общей сборки и сварки основным является определение требуемого числа пролетов и необходимых размеров каждого из них – длины, ширины, высоты. Эти параметры, принятые приблизительно при составлении компоновочной схемы цеха, подлежат уточнению в процессе подробной разработки технологического плана с учетом рекомендуемых размеров пролетов по нормам технологического проектирования.

При детальном проектировании основным методом уточнения указанных параметров плана отделений сборки и сварки служит последовательное (по ходу выполнения технологического процесса) размещения на плане принятого по расчету количества оборудования, сборочно-сварочных стендов и других рабочих мест. При этом стремятся не только обеспечить прямоточность производства, но также достигнуть наилучшего использования грузоподъемности транспортных средств.

В схеме компоновки цеха с продольным направлением производственного потока процессы как узловой, так и общей сборки, и сварки

каждого изделия расположены в одних и тех же продольных пролетах, специализация которых осуществляется по производству отдельных типов заданных для изготовления изделий. В связи с этим для рассматриваемой схемы планировки цеха необходимое число пролетов зависит от количественного соотношения заданных к производству изделий разных типов. В таком случае требуемое число пролетов можно приближенно оценить на основе их специализации с уточнением его в процессе последующего размещения оборудования и рабочих мест на плане проектируемого цеха [10].

После проведения всех подсчетов и установления на основе указанных выше соображений рационального взаимного расположения продольных пролетов приступают к нанесению на бумагу в принятом масштабе сетки колонн проектируемого цеха и к размещению в его пролетах оборудования и рабочих мест.

Планировку элементов производства в каждом пролете сборочно-сварочных отделений выполняют сообразно с последовательностью работ, указанной в ранее разработанной карте технологического процесса.

Одновременно с вычерчиванием габаритов рабочих мест в проходах, вокруг последних указывают также размещение рабочих.

3.4.6 Степень и уровень механизации и автоматизации производственного процесса

Результаты разработки и внедрения в проект сборочно-сварочного участка изготовления секции кожуха электрода комплексной механизации и автоматизации оценивают особыми показателями, определяющими достигнутые степень и уровень механизации и автоматизации предусмотренных работ по изготовлению заданных к выпуску изделий.

Прежде всего, всякая замена ручного труда работой машин и автоматов является механизацией и автоматизацией производственных процессов.

Однако машины и автоматы бывают разные. Одни из них могут

представлять собой менее или более прогрессивную технологию изготовления изделий и, следовательно, отличаться меньшей или большей производительностью, чем другие. Поэтому, наряду с определением количественного охвата всех работ механизацией и автоматизацией необходимо определять ее качественный уровень.

Количественный уровень (степень) механизации выражают в процентах и вычисляют по формуле [11]:

$$C_m = \frac{k \cdot T_m}{T_{\text{нм}} + k T_m} \cdot 100\%, \quad (3.31)$$

где T_m – трудоемкость работ, выполняемых механизированным способом, мин.,
 $T_m = 13441$ мин.;

$T_{\text{нм}}$ – трудоемкость работ, выполняемых немеханизированным способом,
 $T_{\text{нм}} = 13730$ мин.;

k – коэффициент повышения производительности труда на данном участке,
 $k = 2$ [10].

$$C_m = \frac{2 \cdot 13441}{137730 + 2 \cdot 13441} \cdot 100 = 66 \, \%.$$

Качественный уровень механизации производственного процесса можно определить по формуле [10]:

$$Y_m = C_m(1 - 1/k) = 66(1 - 1/2) = 33\%. \quad (3.32)$$

3.4.7 Расчет и планировка административно-конторских и бытовых помещений

При каждом сборочно-сварочном цехе либо в отдельном здании вблизи цеха должны быть предусмотрены административно-конторские и бытовые помещения.

Правила проектирования административно-конторских и бытовых помещений изложены в «Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий». Перечень этих помещений, а также расчетные нормы требуемой площади для данного участка сборки и сварки секции кожуха электрода

представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Планировка административно-конторских и бытовых помещений

Помещения	Расчетная единица	Условия для определения требуемого количества расчетных единиц	Площадь, м ²	
			Полезная	Общая
Контора цеха	Рабочее место	Один стол на каждого сотрудника	-	4x3
Гардеробные	Индивидуальный шкаф 0,35x0,5 м	Один шкаф на каждого работающего по списочному составу	0,18	0,43x15
Уборные	Кабина 1,2x0,9 м	При максим. явочном числе работающих в смену до 20 чел.	1,08	3,06x8
	Шлюз (тамбур)		-	6,8
Душевые	Кабина 0,9x0,9 м	Одна кабина на каждые 10 явочных рабочих	0,81	1,62x2
	Место для переодевания 0,7x0,5 м	Три места на каждую кабину	0,35	1x6
	Тамбур	Между душевой и раздевальной один тамбур	-	4
Помещения для приема пищи	Комната	1 м ² /чел. По явочному составу	-	1x8

Все бытовые и административно-конторские помещения цеха часто размещают в особой пристройке к основной производственной части здания

цеха. Местоположение и общую компоновку этой пристройки с остальной частью здания цеха выбирают таким образом, чтобы при увеличении масштабов производства бытовые помещения не могли служить препятствием для расширения производственной части здания.

В целях сокращения пути, который должен проходить рабочий, гардеробные следует располагать возможно ближе к входам в цех. В непосредственной близости от них должны быть расположены уборные, умывальные и душевые.

В целях осуществления санитарно-гигиенических требований эксплуатации бытовых помещений помещения для принятия пищи рекомендуется располагать на достаточно большом расстоянии от места расположения уборных [14].

4.1 Финансирование проекта и маркетинг

Маркетинг - это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

Финансирование проекта осуществляется на 50% за счет заказчика, а 50% берет предприятие в банке. Погашение кредита будет осуществляться в соответствии с графиком утвержденным банком выдавшем кредит с учетом процентной ставки банка. Окончательный расчет с банком осуществляется после сдачи оговоренной партии изделия заказчику, и окончательного расчета заказчика с предприятием.

4.2 Сравнительный экономический анализ вариантов

Разработка технологического процесса изготовления секции кожуха электрода допускает различные варианты решения.

Секция кожуха электрода - является частью кожуха электрода, предназначенного для заполнения электродной смесью при наращивании электрода. Электрод служит для подвода электрической энергии в зону плавления ферросплавной печи.

Секция кожуха электрода является конкурентноспособным, конкурентами предприятия являются предприятия таких стран как: Китай, Польша, также выпускающих оборудование для печей.

Существует базовый вариант изготовления секции кожуха электрода, который используется на ОСП «Юргинский Ферросплавный Завод».

При замене базового варианта технологического процесса сборки и сварки на разработанный, необходимо обосновать экономическую эффективность, достигнутую при внедрении предлагаемого варианта.

Наиболее экономически целесообразным считается тот вариант, который при наименьших затратах обеспечивает выполнение заданной годовой программы выпуска продукции.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем. В нем находят отражение большинство достоинств и недостатков каждого из сравниваемых вариантов технологического процесса.

Определение приведенных затрат производят по формуле [16]:

$$З_{\text{п}} = C + E_{\text{н}} \cdot K, \quad (4.1)$$

где C - себестоимость единицы продукции, руб/изд;

$E_{\text{н}}$ - норма эффективности дополнительных капиталовложений, (руб/год)/руб;

K - капиталовложения, руб/ед.год.

Согласно базовому технологическому процессу сборочные и сварочные операции при изготовлении секции кожуха электрода производятся на кантователе, разметка под установку ребер производится вручную. На это уходит значительное количество времени.

Швы ручной дуговой сваркой покрытыми электродами, в качестве сварочного оборудования используется выпрямитель ВДМ-1200С.

В предлагаемом технологическом процессе применим сборочно - сварочное приспособление для точной установки ребер.

Для данного вида сварки применим современное российское сварочное оборудование, которым заменим выпрямитель ВДМ-1200С.

Проведем технико-экономический анализ сравнения базового и предлагаемого вариантов. Нормы штучного времени базового и предлагаемого технологических процессов изготовления секции кожуха электрода приведены в таблице 3.7.

4.2.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [16]:

$$K_{co} = \sum_{i=1}^n \Pi_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi}, \quad (4.2)$$

где Π_{oi} - оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

O_i - количество оборудования i -го типоразмера, ед.;

μ_{oi} - коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера.

Цены на оборудование берутся за 01.01.2019 (смотри таблицу 4.1).

Таблица 4.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [12, 17]

Наименование оборудования		Цо, руб
Базовый технологический процесс		
ВДМ-1200С	1 шт.	66510
Предлагаемый технологический процесс		
Форсаж-302	4 шт.	102500
Форсаж- МП5	4 шт.	

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования		K_{co} , руб. · год
Базовый технологический процесс		
ВДМ-1200С	1 шт.	50215
Предлагаемый технологический процесс		
Форсаж-302	4 шт.	349730
Форсаж- МП5	4 шт.	

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [16]:

$$K_{\text{пр}} = \sum_{j=1}^m K_{\text{пр}j} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{\text{п}j}, \quad (4.3)$$

где $K_{\text{пр}j}$ - оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.;

Π_j - количество приспособлений j -го типоразмера, ед.;

$\mu_{\text{п}j}$ - коэффициент загрузки j -го приспособления.

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Капитальные вложения в приспособления

Наименование оборудования	$\Pi_{\text{пр}}$ руб	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		$C_{\text{п}}$, шт	$K_{\text{пр}}$, руб/ед.год	$C_{\text{п}}$, шт	$K_{\text{пр}}$, руб/ед.год
Вальцы	376000	1	65424	1	61656
Сварочный стол	50000	2	88400	2	78700
Кантователь	51800	3	103963	2	95208
Приспособление сборочно - сварочное ФЮРА.000001.154.00.000 СБ	10300	—	—	2	18931
ИТОГО			257787		254496

4.2.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [16]:

$$K_{\text{зд}} = \sum_{i=1}^n S_{\text{О}i} \cdot h \cdot \Pi_{\text{зд}}, \text{ руб.}, \quad (4.4)$$

где $S_{\text{О}i}$ - площадь, занимаемая оборудованием, $\text{м}^2/\text{ед}$.

Для базового технологического процесса: $S_{\text{о}}=103,6 \text{ м}^2$.

Для предлагаемого технологического процесса: $S_{\text{о}}=80,62 \text{ м}^2$;

h - высота производственного здания, м, $h = 12 \text{ м}$ [16];

$\Pi_{\text{зд}}$ - стоимость 1м^3 здания на 01.01.2019 для цеха ЭМЦ составляет,

$$\Pi_{\text{зд}}=94 \text{ руб/м}^3.$$

Определяем капитальные вложения в здание, и результаты заносим в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Капитальные вложения в здание, занимаемое оборудованием

Наименование оборудования	К _{зд} , руб.
Базовый технологический процесс	
ВДМ-1200С	116861
Предлагаемый технологический процесс	
Форсаж-302	90951
Форсаж- МП5	

4.2.3 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [16]:

$$C_m = m_m \cdot k_{\text{т.з.}} \cdot \Pi_m, \text{ руб./изд.}, \quad (4.5)$$

где m_m – норма расхода материала на одно изделие, кг;

Π_m - средняя оптовая цена стали Ст3 на 01.01.2019, руб./кг:

- для стали Ст3 $\Pi_m = 32 \text{ руб./кг}$, при $m_m = 215,59 \cdot 1,3 = 280,27 \text{ кг}$;

$k_{\text{т.з.}}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{\text{т.з.}}=1,04$ [11].

H_0 – норма возвратных отходов, $H_0 = m_m \cdot 0,3 = 215,59 \cdot 0,3 = 64,68 \text{ кг/шт}$;

Π_0 – цена возвратных отходов, $\Pi_0 = 20 \text{ руб/кг}$;

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3.

$$C_m = 280,27 \cdot 1,04 \cdot 32 - 64,68 \cdot 20 = 8033,75 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [16]:

$$C_{\text{п.с.}} = \sum_{d=1}^h G_d \cdot k_{\text{нд}} \cdot \psi_p \cdot \Pi_{\text{п.с.}}, \text{ руб/изд.}, \quad (4.6)$$

где G_d - масса наплавленного металла электродной проволоки и электродов, кг:

$G_d = 2,931 \text{ кг}$ - для электродов МР-3 для базового технологического

процесса;

$G_d = 2,931$ кг - для проволоки Св-08Г2С-О для предлагаемого технологического процесса;

k_{nd} - коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [18], $k_{p-п.с.} = 1,02$, для покрытых электродов $k_{p-п.с.} = 1,6$;

ψ_p - коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 1,01...1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$;

$\Pi_{п. с2} = 380$ - стоимость покрытых электродов Э-50А, руб/кг по данным ОСП «Юргинский Ферросплавный Завод» на 01.01.2019.

$\Pi_{п. с} = 176$ - стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг по данным ОСП «Юргинский Ферросплавный Завод» на 01.01.2019.

$$C_{п.сбаз.} = 2,931 \cdot 1,6 \cdot 380 = 1782,05 \text{ руб.},$$

$$C_{п.спредл.} = 2,931 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 176 = 584,46 \text{ руб.}$$

4.2.4 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [7]:

$$C_{з. г.} = g_{з. г.} \cdot k_{т.п.} \cdot \Pi_{г.з.} \cdot T_o, \text{ руб./изд.}, \quad (4.7)$$

где $g_{з. г.}$ - расход смеси, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$k_{т.п.}$ - коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{т.п.} = 1,15$ [16];

$\Pi_{г.з.}$ - стоимость CO_2 , м^3 , $\Pi_{г.з.} = 23,6$ руб./ м^3 ;

T_o - основное время сварки в смеси газов, ч., $T_o = 0$ ч. - для базового варианта, $T_o = 3,178$ ч. - для предлагаемого варианта.

Для данного технологического процесса $g_{з. г.} = 0,594 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для предлагаемого технологического процесса:

$$C_{з. г.} = 0,594 \cdot 1,15 \cdot 23,6 \cdot 3,178 = 51,24 \text{ руб/изд.}$$

4.2.5 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.сд} = TC \cdot \sum_{i=1}^m \frac{T_{шт}}{60} \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (4.8)$$

где TC- тарифная ставка на 01.01.2019, руб., TC– 46,36 руб.;

K_d -коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_d=1,15$;

$K_{пр}$ - коэффициент, учитывающий процент премии, $K_{пр}=1,5$;

$K_{рай}$ - районный коэффициент, $K_{рай}=1,3$;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ - страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая-32,8.

Затраты на заработную плату основных производственных рабочих по базовому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = 46,36 \cdot \frac{306,68}{60} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 705,68 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

Заработная плата основных производственных рабочих по предлагаемому технологическому процессу:

$$C_{з.п.сд} = 46,36 \cdot \frac{278,1}{60} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 639,91 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

4.2.6 Определение затрат на заработную плату вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.всп} = \sum_{j=1}^k TC_j \cdot \chi_{врj} \cdot \frac{F_d}{12} \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (4.9)$$

где TC- тарифная ставка вспомогательного рабочего соответствующего разряда на 01.01.2019, руб.:

- для слесарей TC– 61,58 руб.;
- для контролер ОТК TC– 156 руб.;
- для МОП TC– 56,76 руб.;

k – количество профессий вспомогательных рабочих;

$Ч_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

F_d – действительный фонд рабочего времени, $F_d = 1769$ ч;

K_d – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $K_d = 1,15$;

$K_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии и доплаты, $K_{пр} = 1,3$;

$K_{рай}$ – районный коэффициент, $K_{рай} = 1,3$;

a_1, a_2, a_3, a_4 – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая – 32,8.

Затраты на заработную плату слесарей:

$$C_{з.п.слесарей} = 61,58 \cdot 3 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 54068,81 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату контролеров ОТК:

$$C_{з.п.ОТК} = 156 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 68485,99 \frac{\text{руб}}{\text{изд}},$$

Затраты на заработную плату МОП:

$$C_{з.п.МОП} = 56,78 \cdot 1 \cdot \frac{1769}{12} \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 24918,36 \frac{\text{руб}}{\text{изд}}.$$

$$C_{зп.вс.р} = C_{зп.слесарей} + C_{зп.ОТК} + C_{зп.МОП} = 54068,81 + 68485,99 + 24918,36 = 147473,16 \text{ руб/мес.} \quad (4.10)$$

4.2.7 Заработная плата административно-управленческого персонала

Затраты на заработную плату административно-управленческого рассчитываем по формуле:

$$C_{з.п.аууп} = C_{зуп} \cdot Ч_{аууп} \cdot 12 \cdot K_d \cdot K_{пр} \cdot K_{рай} \cdot \left(1 + \frac{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}{100}\right), \quad (4.11)$$

где $C_{зуп}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, $C_{зуп} = 28865$ руб.;

$Ч_{ауп}$ – численность работников административно-управленческого персонала должности, $Ч_{ауп} = 2$ чел.

$$C_{з.п.ауп} = 28865 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,15 \cdot 1,5 \cdot 1,3 \cdot \left(1 + \frac{32,8}{100}\right) = 2063066,99 \frac{\text{руб}}{\text{год}}.$$

4.2.8 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии найдем по формуле [7]:

$$W_{тэ} = \sum \frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci}}{\eta_u} + P_x \cdot \left(\frac{T_o}{K_u} - T_o \right), \quad (4.12)$$

где U_C и I_C - электрические параметры режима сварки;

T_o - основное время сварки;

η_u - КПД оборудования, для базового технологического процесса: $\eta = 0,92$,
для предлагаемого технологического процесса: $\eta = 0,93$;

P_x - мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ Вт;

K_u - коэффициент, учитывающий простой оборудования, $K_u = 0,5$;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле [7]:

$$C_{э.с.} = W_{тэ} \cdot Ц_э, \quad (4.13)$$

где $Ц_э$ - средняя стоимость электроэнергии по данным ОСП «Юргинский Ферросплавный Завод», $Ц_э = 2,34$ руб.

Затраты на электроэнергию по базовому техпроцессу: $C_{э.с.} = 27,45$ руб.

Затраты на электроэнергию по предлагаемому технологическому процессу: $C_{э.с.} = 40,27$ руб.

4.2.9 Определение затрат на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяется по формуле [16]:

$$C_{возд} = g_{возд}^{\text{ЭН}} \cdot k_{тп} \cdot Ц_{возд}, \text{ руб./изд}, \quad (4.14)$$

где $g_{возд}^{\text{ЭН}}$ - расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$.

$k_{тп}$ - коэффициент, учитывающий тип производства, $k_{тп} = 1,15$.

Для изготовления одного корпуса расход воздуха составляет:

$$g_{\text{возд}}^{\text{ЭН}} = 1,2 \text{ м}^3/\text{ч.};$$

$$\Pi_{\text{возд}} = 0,184295 \text{ руб/м}^3, \text{ стоимость воздуха на 01.01.2019 г.};$$

$$C_{\text{возд пр}} = 1,2 \cdot 1,15 \cdot 0,18429 = 0,35 \text{ руб./изд.}$$

4.2.10 Определение затрат на амортизацию оборудования

Определяются по формуле [16]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \cdot O_i \cdot \mu_{oi} \cdot a_i \cdot r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.15)$$

где a_i - норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, % [18];

$$a_{hi} = \frac{1}{T_{co}} \cdot 100\%, \text{ руб.}, \quad (4.13)$$

где T_{co} – срок службы оборудования ($T_{co} = 3 \div 12$ лет);

$$a_{hi} = \frac{1}{7} \cdot 100\% = 14,3 \text{ руб.},$$

r_i - коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$.

Амортизация оборудования приведена в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования	Вариант технологического процесса			
	Базовый		Предлагаемый	
	a_i , %	C_3 , руб/изд.	a_i , %	C_3 , руб/изд.
ВДМ-1200С	14,3	2,97		-
Форсаж-302		-	14,3	20,67
Форсаж- МП5				

4.2.11 Определение затрат на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [16]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{npj} \cdot \Pi_j \cdot \mu_{nj} \cdot a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.16)$$

где a_j - норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [16];

Результаты расчетов сводим в таблицу 4.6

Таблица 4.6 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	$C_{пр}$, руб	Базовый технологический процесс		Предлагаемый технологический процесс	
		Π_j , шт.	C_u , руб/изд.	Π_j , шт.	C_u , руб/изд.
Вальцы	376000	1	3,38	1	3,19
Сварочный стол	50000	2	4,57	2	4,07
Кантователь	51800	2	5,38	2	4,92
Приспособление сборочно - сварочное ФЮРА.000001.154.00.000 СБ	10300	—	—	2	0,98
ИТОГО			13,33		13,16

4.2.12 Определение затрат на ремонт оборудования

Затраты на ремонт оборудования определяем по формуле [16]:

$$C_p = \frac{R_m \cdot \omega_m + R_{\varepsilon} \cdot \omega_{\varepsilon}}{T_{pc}} \cdot \sum \frac{T_{ш}}{K_{вн} \cdot 60}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.17)$$

где R_m R_{ε} - группа ремонтной сложности единицы оборудования соответственно: механической и электрической части $R_m=0$ [16];

ω - затраты на все виды ремонта;

T_{pc} - длительность ремонтного цикла, $T_{pc}=8000$ ч. [16].

Определение затраты на ремонт сводятся в таблицу 4.7.

Таблица 4.7 - Затраты на ремонт оборудования

Наименование оборудования	R _э	ω _э	T, ч	C _р , руб/год.
Базовый технологический процесс				
ВДМ-1200С	8	1849,5	5,11	0,13
Итого:				0,13
Предлагаемый технологический процесс				
Форсаж-302 Форсаж- МП5	7	1096	4,63	0,12
Итого:				0,12

4.2.13 Определение затрат на содержание помещения

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [16]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \cdot \mu_{\text{oi}} \cdot \text{Ц}_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (4.18)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 103,6 \text{ м}^2$ - для базового варианта, $S = 80,62 \text{ м}^2$ - для предлагаемого варианта;

$\text{Ц}_{\text{ср.зд}}$ - среднегодовые расходы на содержание 1 м^2 рабочей площади, руб./год.м, $C_{\text{ср.зд}} = 250 \text{ руб./год м.}$

Затраты на содержание здания по базовому технологическому процессу:

$$C_{\text{п}} = \frac{103,6 \cdot 1 \cdot 250}{2900} = 8,93 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

По предлагаемому варианту:

$$C_{\text{п}} = \frac{80,62 \cdot 1 \cdot 250}{2900} = 6,95 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

4.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим количество приведенных затрат по формуле:

$$З_{\text{п}} = C + \dot{\epsilon}_{\text{н}} \cdot K, \quad (4.19)$$

где C - себестоимость единицы продукции, руб./ед.;

$\dot{\epsilon}_{\text{н}}$ - норма эффективности дополнительных капитальных затрат,
 $\dot{\epsilon}_{\text{н}} = 0,15$ (руб./ед)/руб. [18];

K_y - удельные капитальные вложения, руб./ед.год.

Себестоимость продукции за год определяется по формуле:

$$C = N_{\text{г}} \cdot (C_{\text{м}} + C_{\text{в.м.}} + C_{\text{зп.сд.}} + C_{\text{эс}} + C_{\text{возд}} + C_{\text{з}} + C_{\text{у}} + C_{\text{р}} + C_{\text{п}}) + C_{\text{зп.вс.р}} \cdot 12 + C_{\text{зп.АУП}}, \quad (4.20)$$

где $C_{\text{м}}$ - затраты на основной материал, руб;

$C_{\text{вм}}$ - затраты на вспомогательные материалы, руб;

$C_{\text{зп.сд}}$ - затраты на заработную плату основных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.вс.р}}$ - затраты на заработную плату вспомогательных рабочих, руб;

$C_{\text{зп.АУП}}$ - затраты на заработную плату административно-управленческого персонала, руб;

$C_{\text{э.с}}$ - затраты на силовую электроэнергию, руб;

$C_{\text{возд.}}$ - затраты на сжатый воздух, руб;

$C_{\text{з}}$ - затраты на амортизацию оборудования, руб;

$C_{\text{у}}$ - затраты на амортизацию приспособлений, руб;

$C_{\text{р}}$ - затраты на ремонт оборудования, руб;

$C_{\text{п}}$ - затраты на содержание помещения, руб.

Капитальные вложения находим по формуле:

$$K = K_{\text{со}} + K_{\text{пр}} + K_{\text{зд}}. \quad (4.21)$$

Определим количество приведенных затрат по базовому технологическому процессу:

$$K = 50215 + 116861 + 116861 = 424862 \text{ руб/изд. год},$$

$$C = 2900 \cdot (8033,75 + 1782,05 + 0 + 705,68 + 27,45 + 0,35 + 2,97 + 13,33 + 0,13 + 8,93) + \\ + 147473,17 \cdot 12 + 2063066,99 = 34499196,42 \text{ руб/изд. год},$$

$$З_{\text{п}}^1 = 34499196,42 + 0,15 \cdot 424862 = 34562925,79 \text{ руб/изд. год}.$$

Определим количество приведенных затрат по предлагаемому технологическому процессу:

$$K = 349730 + 254496 + 90951 = 695165 \text{ руб/изд. год},$$

$$C=2900 \cdot (8033,75+584,46+51,24+639,92+40,27+0,35+20,67+13,16+0,12+6,95)+$$

$$+147473,17 \cdot 12 + 2063066,99 = 31066345,51 \text{ руб/изд. год,}$$

$$3_{\text{п}}^2 = 31066345,51 + 0,15 \cdot 695165 = 31170620,28 \text{ руб/изд. год.}$$

Рассчитаем величину экономического эффекта по формуле:

$$\Xi = 3_{\text{п}}^1 - 3_{\text{п}}^2, \quad (4.22)$$

$$\Xi = (3_{\text{п}}^1 - 3_{\text{п}}^2) / N_{\text{г}}. \quad (4.23)$$

Величина экономического эффекта от выпуска годовой производственной программы:

$$\Xi = 34562925,79 - 31170620,28 = 3392305,51 \text{ руб./год.}$$

Величина экономического эффекта на единицу изделия составит:

$$\Xi = (34562925,79 - 31170620,28) / 2900 = 1169,76 \text{ руб/изд.}$$

4.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 4.8.

Таблица 4.8 - Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	2	3
1	Годовая производственная программа, шт.	2900
2	Средний коэффициент загрузки оборудования	85,3
3	Производственная площадь участка, м ²	80,62
4	Количество оборудования, шт	4
5	Списочное количество рабочих, чел.	7
6	Явочное количество рабочих, чел	7
7	Количество рабочих в первую смену, чел	4
8	Количество вспомогательных рабочих	2
9	Количество ИТР	1
10	Количество МОП	1
11	Количество контролеров	1

Продолжение таблицы 4.8

1	2	3
12	Разряд основных производственных рабочих	4
13	Экономический эффект от внедрения нового технологического процесса, руб./изд.	1169,76

Вывод. Результаты расчетов показали, что предлагаемый технологический процесс изготовления секции кожуха электрода дает положительный экономический эффект.

5 Социальная ответственность

5.1 Описание рабочего места

На участке производится сборка и сварка секции кожуха электрода. При изготовлении секции кожуха электрода осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа, слесарные операции.

При изготовлении секции кожуха электрода на участке используется следующее оборудование:

- полуавтомата Форсаж-302 с механизмом подачи проволоки	
Форсаж-МП5	4 шт.
- вальцы	1 шт.
- приспособление сборочно-сварочное	
ФЮРА.000001.154.00.000 СБ	2 шт.
- кантователь	2 шт.
- стол сварочный	2 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 10 т.

Изготавливаемое изделие – секция кожуха электрода - является частью кожуха электрода, предназначенного для заполнения электродной смесью при наращивании электрода. Электрод служит для подвода электрической энергии в зону плавления ферросплавной печи. Масса секции кожуха электрода составляет 215,59 кг.

В качестве материала этих деталей используют сталь марки Ст3. Сварка производится в защитном газе (CO₂) сварочной проволокой Св-08Г2С-О диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а

также восьмью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и комплексной системой противопожарной сигнализации. В ее состав входят: ДИП-45 (ИП 212-45) "Марко" извещатель пожарный дымовой; Молния-12 "Выход" световое табло плоское; ИПР-513-10 Извещатель пожарный ручной; Маяк-12-КП оповещатель светозвуковой; Астра-812 Про прибор приемно-контрольный охранно-пожарный, ИП 103-5/2-А1 (НЗ) извещатель тепловой максимальный, 54-65 С, контакты нормально замкнутые Все работы производятся на участке с площадью $S = 80,62 \text{ м}^2$.

5.2. Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.
10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

5.3 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м³ пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов, а также СО₂ до 0,5÷0,6 процентов; СО до 160 мг/м³; окислов азота до 8,0 мг/м³; озона до 0,36мг/м³; оксидов железа 7,48 г/кг расходуемого материала; оксида хрома 0,02г/кг расходуемого материала.

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью—более 90% частиц, скорость витания частиц < 0,1 м/с.

Источником выделения вредных веществ также может быть краска, грунт или покрытие, находящиеся на кромках свариваемых деталей и попадающие в зону сварки. Для уменьшения выделения вредных веществ поверхности свариваемых деталей должны при необходимости зачищаться от грунта и покрытия по ширине не менее 20 мм от места сварки.

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

На участке сборки и сварки изготовления секции кожуха электрода применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом – зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой, приближено к источнику выделений. Подвижность воздуха в зоне сварки должна быть 0,2÷0,5 метров в секунду.

Определим количество конвективного тепла выделяемого источником [27]:

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{t_{\text{и}} + t_{\text{в}}}, \quad (5.1)$$

где $t_{\text{и}}$ и $t_{\text{в}}$ – температура поверхности источника и воздуха, °С.

$$Q = 1,5 \cdot \sqrt{350 + 15} = 28,7 \text{ Вт.}$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \cdot \sqrt{F} = 1,5 \cdot \sqrt{1,62 \cdot 1,68} = 2,47 \text{ м.} \quad (5.2)$$

Расход воздуха ($\text{м}^3/\text{ч}$), подтекающего к зонту с конвективным потоком, определяем по формуле:

$$L_k = 0,68 \cdot \sqrt{Q \cdot F^2 \cdot H}, \quad (5.3)$$

где Q – количество конвективного тепла, выделенного с поверхности источника, Вт,

F – площадь горизонтальной проекции источника тепловыделений, м^2 .

$$L_k = 0,68 \cdot \sqrt{28,7 \cdot 2,72^2 \cdot 2,47} = 15,6 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}},$$

Найдем размеры вытяжного зонта:

$$A = a + 0,8 \cdot H = 1,62 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,6 \text{ м,} \quad (5.4)$$

$$B = b + 0,8 \cdot H = 1,68 + 0,8 \cdot 2,47 = 3,33 \text{ м,} \quad (5.5)$$

Определим количество воздуха, которое должен удалять вытяжной зонт:

$$L_B = \frac{L_k \cdot F_z}{F} = \frac{15,6 \cdot 3,6 \cdot 3,33}{2,72} = 68,6 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}. \quad (5.6)$$

Определим количество воздуха для всех зонтов.

$$L_o = 68,6 \cdot 5 = 343 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Из расчета видно, что объём воздуха удаляемый от местных отсосов составляет $L = 343 \text{ м}^3/\text{с}$.

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВЦ 4-75-2,5 с двигателем АИР56А4 0,12/1350.

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- полуавтомат Форсаж-302;
- механизм подачи проволоки Форсаж-МП5;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2 \text{ кг}$) ГОСТ 2310 - 77, шабер,

машинка ручная шлифовальная универсальная пневматическая

ИП 2002 ГОСТ 12364 – 80, молоток рубильный МР – 22.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран - балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [19].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения. Металлический кожух с внутренней облицовкой из шумопоглощающего материала. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие основания с резиновыми амортизаторами для агрегатов с эластичной муфтой к вентиляторам, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения с обшивкой двумя слоями гипсоволокнистых листов с каждой стороны.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противошумовые наушники.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [19].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Предлагается использовать сборочно-сварочное приспособление.

5.3.1 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 8 светильника типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 2 ряда по 4 светильника.

5.4 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию.

Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см²·мин.

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А) по ГОСТ Р ЕН 379-2011.

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключаяющие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 5.1.

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск.

Таблица 5.1 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380 В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003 – 81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 метра и диаметром 40 мм.

Сопrotивление заземляющего устройства должно составлять не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь

сечением 4х12 миллиметров.

5.4.1 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м²;
- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация секции кожуха электрода на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

5.5 Охрана окружающей среды

1. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки секции корпуса электрода ФЮРА.6М.12.10.154.00.000 СБ используют масляные фильтр для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором

поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95÷98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [19].

2. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки секции кожуха электрода предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [19].

5.6 Защита в чрезвычайных ситуациях

Разработанный участок оборудован средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) - 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения возгорания).

5.7 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Проект вытяжной вентиляции.

На участке сборки и сварки применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха

из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходной периоды года при категории работ Пб – работы средней тяжести оптимальные параметры, следующие: температура от плюс 17 до минус 19°С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22° С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки-сварки секции кожуха электрода.

Для сборки-сварки секции кожуха электрода применено переносное сборочно – сварочное приспособление, которое ускорило сборку деталей, заменено сварочное оборудование на соответствующее новому технологическому процессу.

В результате перечисленных нововведений время изготовления секции кожуха электрода сократилось на 0,476 ч.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт элементов приспособлений.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитан экономический эффект от перечисленных нововведений, что позволяет судить о выгоде предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 2900 изделий.

Площадь спроектированного участка – 80,62 м².

Средний коэффициент загрузки оборудования – 85,3 %.

Экономический эффект на изделие – 1169,76 рублей.

Список использованных источников

1. Мейстер Р.А., канд. техн. наук, Мейстер А.Р. Особенности зажигания и горения дуги на малых токах при сварке в углекислом газе. Сварочное производство. 2013. №7. стр. 30 – 32.
2. Проценко П.П., Привалов Н.Т. Влияние легирующих элементов на перенос электродного металла при дуговой сварке в защитных газах. Автоматическая сварка 1999 №12 С. 29 – 33.
3. Патон Б.Е., Лебедев В.А, Микитин Я.И., Способ комбинированного управления процессом переноса электродного металла при механизированной дуговой сварке Сварочное производство 2006 №8 С. 27 – 31.
4. Кисаримов Р. А. Справочник сварщика. – М.: И П РадиоСофт, 2007 – 288 с.
5. Марочник сталей и сплавов / Ю.Г. Драгунов, Ю.В. Каширский и др.; под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2015. 1216с.: ИЛЛ.
6. Костин А.М. Сварочные материалы – «НУК», 2004. – 225 с.
7. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварки плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.
8. Томас К.И., Ильященко Д.П. Технология сварочного производства. Томск. «Томский политехнический университет» –2011. – 247 с.
9. Оботуров В.И. Дуговая сварка в защитных газах. М: Стройиздат, 1989 – 232 с.
10. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.
11. Крампит Н.Ю. Нормативы времени на сварочные операции: Методические указания / Крампит Н. Ю. Ю.: Изд-во ЮФ ТПУ. – 2002. – 26с.
12. Сварочный полуавтомат Форсаж-302 с механизмом подачи проволоки Форсаж-МП5 [Электронный ресурс] – Режим доступа:

<https://www.seveko.ru/catalog/elektro-svarochnoe-oborudovanie/poluvavtomaticheskaya-svarka/poluvavtomaty-perenosnoj-mpp/forsazh-302-s-forsazh-mp5/>

13. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с.

14. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500 «Оборудование и технология сварочного производства». – Томск: Изд. ЮФТПУ, 2000. – 24с.

15. Азаров Н.А. Конструирование и расчет сварочных приспособлений Томск, ТПУ, 2009. – 48 с.

16. О.Н. Жданова. Организация производства и менеджмент: методические указания к выполнению курсовой работы для студентов специальности 120500 «Оборудование и технология сварочного производства» Юрга; ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2005. – 32 с.

17. ВДМ-1200С выпрямитель сварочный [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.svarca.ru/tovar_92_327.html

18. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том 3. – М.: Машиностроение, 1978 – 557 с.

19. Куликов О.Н. Охрана труда при производстве сварочных работ: Академия, 2006 – 176 с.

https://kemerovskaya-obl.tiu.ru/p345968584-elektrody-52u-f32mm.html?_openstat=tiu_prosale%3B%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%8B%3B%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%8B+LB+52U+%D1%843%2C2%D0%BC%D0%BC%3Btag